

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 619 781 A1

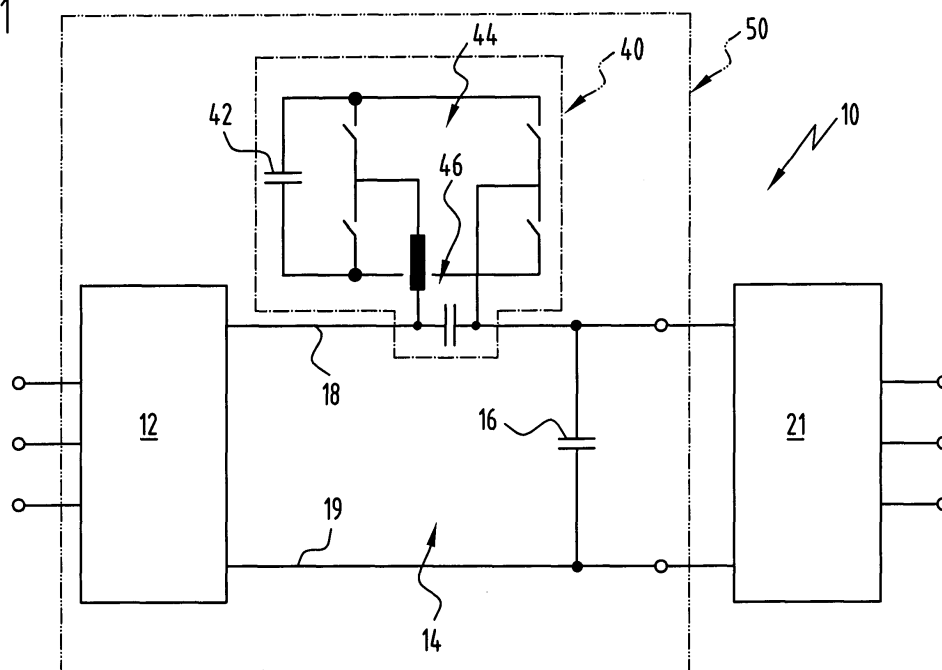
(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
25.01.2006 Patentblatt 2006/04(51) Int Cl.:
H02M 1/00 (2006.01) H02M 5/40 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **04017139.9**(22) Anmeldetag: **21.07.2004**(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner**
Patentanwälte
Uhlandstrasse 14 c
70182 Stuttgart (DE)(71) Anmelder: **ThyssenKrupp Aufzugswerke GmbH**
73765 Neuhausen (DE)Bemerkungen:
Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86 (2)
EPÜ.(72) Erfinder: **Herrmann, Günther**
73 669 Lichtenwald (DE)(54) **Schaltungsanordnung für einen Umrichter**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für einen Umrichter, mit einem Gleichspannungszwischenkreis (14), der zumindest einen zwischen einen ersten Strompfad (18) und einen zweiten Strompfad (19) des Gleichspannungszwischenkreises (14) geschalteten Zwischenkreiskondensator (16) aufweist, und mit einem an den Gleichspannungszwischenkreis (14) angeschlossenen netzseitigen Stromrichter (12). Um die Schaltungsanordnung (50; 150) derart weiterzubilden,

daß sie bei kleinerem Bauvolumen den Oberschwingungsgehalt des Netzstromes gering halten kann, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß sie eine Kompensationsschaltung (40) mit einer Spannungsquelle (42) aufweist zum Einkoppeln einer Kompensationsspannung in den ersten und/oder zweiten Strompfad (18, 19) des Gleichspannungszwischenkreises (14). Außerdem betrifft die Erfindung einen Umrichter (10; 110) mit einer derartigen Schaltungsanordnung (50).

FIG.1



EP 1 619 781 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung für einen Umrichter, mit einem Gleichspannungszwischenkreis, der mindestens einen zwischen einen ersten und einen zweiten Strompfad geschalteten Zwischenkreiskondensator umfaßt, und mit einem an den Gleichspannungszwischenkreis angeschlossenen netzseitigen Stromrichter.

[0002] Derartige Schaltungsanordnungen kommen bei Frequenzumrichtern -zum Einsatz, die in zunehmendem Maße zur Ansteuerung von Elektroantrieben Verwendung finden. Hierzu kann der netzseitige Stromrichter als Gleichrichter ausgestaltet sein, und lastseitig kann an den Gleichspannungszwischenkreis ein Wechselrichter angeschlossen werden, der die vom Gleichspannungszwischenkreis bereitgestellte Gleichspannung in die zur Ansteuerung des Elektroantriebes erforderliche Wechselspannung umrichtet. Auch der netzseitige Stromrichter kann als Wechselrichter ausgestaltet sein.

[0003] Der Gleichspannungszwischenkreis weist zumindest einen Zwischenkreiskondensator auf, der zwischen den ersten und den zweiten Strompfad geschaltet ist. Die Strompfade führen zum Pluspol bzw. zum Minuspol des mindestens einen Zwischenkreiskondensators. Mittels des Zwischenkreiskondensators soll eine möglichst geringe Welligkeit der Zwischenkreisspannung und eine Unterdrückung des hochfrequenten Störspektrums des lastseitig an den Gleichspannungszwischenkreis anschließbaren Wechselrichters erzielt werden. Dies erfordert in vielen Fällen sehr hohe Kapazitätswerte und damit auch ein beachtliches Bauvolumen. In den Scheitelwerten der Netzspannung hat daher der Ladestrom des mindestens einen Zwischenkreiskondensators einen impulsartigen Verlauf. Daraus ergibt sich ein unerwünscht hoher Oberschwingungsgehalt des Netzstromes sowie eine hohe Effektivbelastung des Zwischenkreiskondensators.

[0004] Um Rückwirkungen auf das treibende Netz gering zu halten, ist der zusätzliche Einsatz von Drosseln bekannt, die entweder in den Gleichspannungszwischenkreis geschaltet werden oder an die Eingänge des netzseitigen Stromrichters. Die Drosseln müssen hierbei eine hohe Induktivität aufweisen, und dies wiederum ist mit einem großen Bauvolumen und einem hohen Gewicht verbunden.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß sie bei kleinerem Bauvolumen den Oberschwingungsgehalt des Netzstromes gering halten kann.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einer Schaltungsanordnung der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Schaltungsanordnung eine Kompensationsschaltung aufweist mit einer Spannungsquelle zum Einkoppeln einer Kompensationsspannung in den ersten und/oder den zweiten Strompfad des Gleichspannungszwischenkreises.

[0007] In die Erfindung fließt der Gedanke mit ein, daß durch Einkopplung einer Kompensationsspannung in zumindest einen der beiden Strompfade des Gleichspannungszwischenkreises, zwischen die der Zwischenkreiskondensator geschaltet ist, der Stromfluß vom netzseitigen Stromrichter zu dem mindestens einen Zwischenkreiskondensator kontrolliert werden kann. Dadurch kann auf konstruktiv einfache Weise eine praktisch wechselanteilsfreie Zwischenkreisspannung an dem mindestens einen Zwischenkreiskondensator erzielt werden. Es hat sich gezeigt, daß die Spannungsquelle der Kompensationsschaltung lediglich für den erforderlichen Eingangsgleichstrom des Gleichspannungszwischenkreises ausgelegt werden muß und lediglich eine Kompensationsspannung bereitstellen muß in der Größenordnung der Spannung des Wechselanteils der vom netzseitigen Stromrichter gleichgerichteten Netzspannung. Dies ist für den Einsatz bei dreiphasigen Netzeinspeisungen von besonderem Vorteil. Es hat sich nämlich gezeigt, daß bei den üblichen Drehstromnetzen mit maximalen Spannungswerten von 400 V oder 500 V lediglich Kompensationsspannungen im Bereich von etwa 50 V bzw. etwa 60 V erforderlich sind. In diesem Spannungsbereich sind sehr verlustarm zu schaltende und kostengünstige MOSFET-Transistoren verfügbar, die zur Ausgestaltung der Kompensationsschaltung herangezogen werden können.

[0008] Der Energiefluß zu dem mindestens einen Zwischenkreiskondensator kann mittels der Kompensationsschaltung besonders einfach derart gesteuert werden, daß der Stromfluß vom netzseitigen Stromrichter zum Zwischenkreiskondensator konstant gehalten wird. Damit können Netzströme erzielt werden mit einem Oberschwingungsgehalt (Total Harmonic Distortion THD) von nur ca. 30% oder weniger. Ein derartiger THD-Wert kann mittels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung auch im Teillastbetrieb erzielt werden, also nicht nur im Nennbetriebspunkt. Es können somit Netz-Blindstrombelastungen sehr gering gehalten werden.

[0009] Es hat sich auch gezeigt, daß bei Einsatz der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Antrieb eines Elektromotors im Gegensatz zu niederkapazitiven Zwischenkreisumrichtern oder Matrixumrichtern eine Reduktion des Effektivwertes der Motorspannung nicht erforderlich ist. Es kann dadurch ein hoher Gesamtwirkungsgrad erzielt werden.

[0010] Bei Einsatz eines netzseitigen Wechselrichters kann die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung sowohl im motorischen Betrieb als auch im generatorischen Betrieb zum Einsatz kommen. Es kann also nicht nur einem Elektroantrieb Energie aus einem treibenden Netz bereitgestellt werden, sondern es kann auch umgekehrt Energie in das treibende Netz zurückgespeist werden, wobei die Einspeisung sehr netzfreundlich ist, d. h. sie verursacht nur geringe Netzurückwirkungen.

[0011] Es kann vorgesehen sein, daß an den Stromrichter netzseitig Drosseln angeschlossen sind, diese

brauchen nur eine verhältnismäßig geringe Induktivität aufweisen. Es hat sich gezeigt, daß mittels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung auch bei der Möglichkeit einer Energierückspeisung ein bedeutend geringeres Bauvolumen erzielt werden kann, als dies bisher üblich ist.

[0012] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung liegt darin, daß die Kapazitätswerte des mindestens einen Zwischenkreiskondensators frei wählbar sind, es können also niederkapazitive oder hochkapazitive Zwischenkreiskondensatoren zum Einsatz kommen. Dadurch ist es möglich, bei hohen Motorinduktivitätswerten im Falle des Abschaltens deren Energie auf genügend große Zwischenkreiskondensatoren zu leiten. Es sind keine zusätzlichen Schutzschaltungen erforderlich, wie zum Beispiel bei niederkapazitiven Zwischenkreisumrichtern oder Matrixumrichtern. Hohe Motorinduktivitätswerte sind insbesondere bei langsam drehenden permanenterregten Synchronmaschinen anzutreffen.

[0013] Es ist darüber hinaus zu erwähnen, daß mittels der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung sehr geringe Drehmomentenpulsationen erzielt werden können, da die Zwischenkreisspannung nahezu keine Welligkeit aufweist.

[0014] Im NetZRückspeise-Betrieb werden bei Einsatz der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zur Energieversorgung von Elektromotoren die Motorwicklungen nur wenig durch Schaltspannungen belastet, da die Zwischenkreisspannung nicht höher ist als die Amplitude der Netzspannung.

[0015] Wie bereits erläutert, ermöglicht die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eine einfache und damit kostengünstige Energierückspeiseschaltung, und insgesamt ergibt sich eine deutliche Einsparung an Bauvolumen und Gewicht.

[0016] Von Vorteil ist es, wenn die Spannungsquelle als zumindest ein Kompensationskondensator ausgebildet ist. Dieser wirkt als Energiespeicher, der gesteuert Energie aufnimmt bzw. abgibt. Die Kompensationsschaltung mit zumindest einem Kompensationskondensator kann derart ausgestaltet sein, daß keine Wirkleistung benötigt wird. Dies kann anschaulich so erklärt werden, daß bei Eingangsspannungen über der mittleren Zwischenkreisspannung dem mindestens einem Kompensationskondensator Energie zugeführt wird und bei kleineren Eingangsspannungen diese Energie wieder abgegeben wird. Die Energie wird im Kompensationskondensator gepuffert und der Energiefluß kann elektronisch gesteuert werden. Der Einsatz zumindest eines Kompensationskondensators ist auch deshalb von Vorteil, da mittels Kondensatoren eine beachtlich höhere Energiedichte erzielt werden kann als mittels üblicher Drosseln.

[0017] Der Einsatz der Spannungsquelle, insbesondere als mindestens ein Kompensationskondensator, erlaubt es, dem Zwischenkreiskondensator eine höhere oder niedrigere Spannung bereitzustellen als jene von der Netzspannung vorgegebene Spannung. Hierzu ist es le-

diglich erforderlich, mittels der Spannungsquelle die gewünschte Wirkleistung einzuspeisen oder aufzunehmen.

[0018] Von Vorteil ist es hierbei, wenn an den mindestens einen Kompensationskondensator eine externe Spannungsquelle anschließbar ist.

[0019] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist mittels der Kompensationsschaltung eine Kompensationsspannung einkoppelbar, die dem negativen Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung des Stromrichters entspricht, der netzseitig an den Gleichspannungszwischenkreis angeschlossen ist. Damit kann eine praktisch wechselanteilsfreie Zwischenkreisspannung erzielt werden, mit der ein lastseitiger Wechselrichter versorgt werden kann.

[0020] Günstig ist es, wenn die Kompensationsschaltung eine elektronische Schalteinheit aufweist, an die die Spannungsquelle angeschlossen ist. Die elektronische Schalteinheit kann beispielsweise als elektrische Verbindung zwischen dem mindestens einen Kompensationskondensator und dem Gleichspannungszwischenkreis ausgestaltet sein, so daß mittels der elektronischen Schalteinheit dem Kompensationskondensator wahlweise Energie zugeführt oder von diesem Energie abgegeben werden kann, um auf diese Weise einen gleichbleibenden Stromfluß zwischen dem netzseitigen Stromrichter und dem mindestens einen Zwischenkreiskondensator zu erzielen. An dem mindestens einen Zwischenkreiskondensator ist somit eine praktisch wechselanteilsfreie Zwischenkreisspannung abgreifbar.

[0021] Die Schalteinheit kann beispielsweise als Zweiquadrantensteller oder als Vierquadrantensteller ausgestaltet sein. Der Zweiquadrantensteller kann bei einem reinen Speisebetrieb und der Vierquadrantensteller kann bei einem Speise- und Rückspeisebetrieb zum Einsatz kommen.

[0022] Vorzugsweise ist die Schalteinheit mittels einer Regeleinheit ansteuerbar, wobei die Regeleinheit auf Basis eines Sollwert-Istwert-Vergleiches der Schalteinheit zumindest ein Steuersignal bereitstellt. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, daß als Istwert der vom netzseitigen Stromrichter zu dem mindestens einen Zwischenkreiskondensator fließende Zwischenkreisstrom erfasst wird und dieser mit einem vorgebbaren Sollwert des Zwischenkreisstromes verglichen wird. Die Ansteuerung der Schalteinheit kann dann in Abhängigkeit der Abweichung des Istwertes vom Sollwert erfolgen. Es kann dadurch auf konstruktiv einfache Weise sichergestellt werden, daß sich mittels der in den ersten und/oder zweiten Strompfad des Gleichspannungszwischenkreises eingekoppelten Kompensationsspannung ein praktisch wechselanteilsfreier Zwischenkreisstrom einstellt.

[0023] Es kann auch vorgesehen sein, daß als Istwert die eingekoppelte Kompensationsspannung erfasst wird und diese mit einem Sollwert der Kompensationsspannung verglichen wird.

[0024] Günstig ist es, wenn die Regeleinheit eine Ansteuerlogik aufweist, der ein Vergleichsglied zum Ver-

gleich eines Istwertes mit einem Sollwert zugeordnet ist. Dies ermöglicht auf konstruktiv einfache Weise beispielsweise eine Regelung der Kompensationsspannung derart, daß die Kompensationsspannung dem negativen Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung des Stromrichters entspricht, der netzseitig an den Gleichspannungszwischenkreis angeschlossen ist.

[0025] Es kann vorgesehen sein, daß die Kompensationsschaltung ein Rechenglied aufweist zur Berechnung des negativen Wechselspannungsanteils der Ausgangsspannung des Stromrichters. Dem Rechenglied können die elektrischen Parameter des netzseitigen Stromrichters vorgegeben werden, und es können dem Rechenglied die Differenzspannungen der netzseitig am Stromrichter anliegenden Netzspannungen eingegeben werden. Aus den Differenzspannungen kann dann mittels des Rechengliedes der negative Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung des Stromrichters berechnet werden, und dieser negative Wechselspannungsanteil kann als Sollwert dem voranstehend erläuterten Vergleichsglied bereitgestellt werden.

[0026] Zur Erfassung des Istwertes der eingekoppelten Kompensationsspannung kann die Schaltungsanordnung eine Spannungsmeßeinrichtung umfassen.

[0027] Alternativ zum Einsatz einer Recheneinheit kann auch vorgesehen sein, daß die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung eine die Ausgangsspannung des netzseitigen Stromrichters erfassende Meßeinrichtung umfaßt, der ein Filter zugeordnet ist sowie ein nachgeschalteter Inverter, so daß der negative Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung des Stromrichters meßtechnisch erfaßbar ist.

[0028] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Kompensationsschaltung ein Glättungsfilter aufweist, insbesondere ein LC-Glättungsfilter.

[0029] Der netzseitige Stromrichter kann beispielsweise als ungesteuerter Gleichrichter ausgestaltet sein.

[0030] Es kann auch vorgesehen sein, daß der netzseitige Stromrichter als getaktete Einspeise-Rückspeise-Einheit ausgebildet ist, insbesondere in Form eines getakteten Wechselrichters.

[0031] Die Erfindung ist nicht auf die Ausgestaltung der voranstehend erläuterten Schaltungsanordnung begrenzt. Die Erfindung umfaßt vielmehr auch einen Umrichter mit einer Schaltungsanordnung der voranstehend erläuterten Art und mit einem lastseitig an den Gleichspannungszwischenkreis angeschlossenen Wechselrichter.

[0032] Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

Figur 1: eine Prinzipdarstellung eines Frequenzumrichters mit einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung;

Figur 2: ein Blockschaltbild eines Frequenzumrich-

ters mit einer Schaltungsanordnung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Figur 3: den zeitlichen Verlauf der Ausgangsspannung eines netzseitigen Stromrichters der Schaltungsanordnung;

Figur 4: den zeitlichen Verlauf einer Kompensationsspannung;

Figur 5: den zeitlichen Verlauf einer Zwischenkreisspannung und eines Zwischenkreisstromes und

Figur 6: ein Blockschaltbild eines Frequenzumrichters mit einer Schaltungsanordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0033] Figur 1 zeigt in Form einer schematischen Prinzipdarstellung einen Frequenzumrichter 10 mit einem netzseitigen Stromrichter 12 und einem lastseitigen Wechselrichter 21, die über einen Gleichspannungszwischenkreis 14 mit einem ersten Strompfad 18 und einem zweiten Strompfad 19 elektrisch miteinander verbunden sind. An den Stromrichter 12 kann netzseitig eine Netzspannung angeschlossen werden, und mittels des Wechselrichters 21 kann beispielsweise ein Drehstrommotor mit elektrischer Energie versorgt werden.

[0034] Der Gleichspannungszwischenkreis 14 umfaßt einen zwischen die beiden Strompfade 18 und 19 geschalteten Zwischenkreiskondensator 16.

[0035] Der Frequenzumrichter 10 weist außerdem eine Kompensationsschaltung 40 auf mit einer Spannungsquelle 42 in Form eines Kompensationskondensators und mit einer elektronischen Schalteinheit 44, an die der Kompensationskondensator 42 angeschlossen ist und über die eine vom Kompensationskondensator 42 bereitgestellte Kompensationsspannung in den ersten Strompfad 18 des Gleichspannungszwischenkreises 14 eingekoppelt werden kann. Die Einkopplung erfolgt über ein LC-Glättungsfilter 46.

[0036] Der netzseitige Stromrichter 12 bildet in Kombination mit der Kompensationsschaltung 40 und dem Gleichspannungszwischenkreis 14 eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung, die insgesamt mit dem Bezugszeichen 50 belegt ist.

[0037] Mittels der Kompensationsschaltung 40 kann in den ersten Strompfad 18 eine Kompensationsspannung eingekoppelt werden, die dem negativen Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung des Stromrichters 12 entspricht. Dies hat zur Folge, daß am Zwischenkreiskondensator 16 eine wechselanteilsfreie Zwischenkreisspannung anliegt, die als Eingangsspannung dem Wechselrichter 21 bereitgestellt werden kann.

[0038] In Figur 2 ist die Schaltungsanordnung 50 in Form eines ersten Ausführungsbeispiels detaillierter dargestellt. Die Schalteinheit 44 ist als Zweiquadrantenstel-

ler ausgebildet. Derartige Zweiquadrantensteller sind dem Fachmann an sich bekannt, sie sind daher in der Zeichnung nur grob schematisch dargestellt.

[0039] Der lastseitige Wechselrichter 21 weist drei Ausgänge in Form von Motoranschlüssen 24, 25 und 26 auf, und der netzseitige Stromrichter 12 umfasst Netzanschlüsse 27, 28 und 29, die an ein Drehstromnetz anschließbar sind und an die sich jeweils eine Netzdrossel 31, 32 beziehungsweise 33 anschließt. Über die Netzdrosseln 31, 32 und 33 sind die Netzanschlüsse 27 bis 29 jeweils mit dem Stromrichter 12 verbunden. Dieser ist in Form eines Gleichrichters ausgestaltet.

[0040] An den Kompensationskondensator 42 ist über Spannungsanschlüsse 48, 49 eine externe Gleichspannungsquelle anschließbar. Der Einsatz dieser Gleichspannungsquelle ist jedoch nicht zwingend erforderlich.

[0041] Der Zweiquadrantensteller 44 wird von einer Regeleinheit 55 angesteuert, die eine Ansteuerlogik 57 umfaßt, welche mit dem Zweiquadrantensteller 44 in elektrischer Verbindung steht, sowie ein Rechenglied 59 und ein Vergleichsglied 61. Das Rechenglied 59 weist drei Eingänge 63, 64, 65 auf und ist mit dem Vergleichsglied 61 verbunden, dem ein externer Eingang 67 zugeordnet ist.

[0042] Der Anschluß der Kompensationsschaltung 40 an den ersten Strompfad 18 erfolgt über zwei Kopplungsanschlüsse 69, 70, an die eine Spannungsmeßeinrichtung 72 angeschlossen ist. Mittels der Spannungsmeßeinrichtung 72 kann die in den ersten Strompfad 18 von der Kompensationsschaltung 40 eingekoppelte Kompensationsspannung U_k abgegriffen und über den Eingang 67 dem Vergleichsglied 61 als Ist-Wert vorgegeben werden. Hierzu ist die Spannungsmeßeinrichtung 72 über eine in der Zeichnung nicht dargestellte Verbindungsleitung mit dem Eingang 67 verbunden.

[0043] Mittels weiterer Spannungsmeßeinrichtungen, die zur Erzielung einer besseren Übersicht in der Zeichnung nicht dargestellt sind, können die Spannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} zwischen den Netzanschlüssen 27, 28 und 29 abgegriffen und über die Eingänge 63, 64 und 65 dem Rechenglied 59 bereitgestellt werden.

[0044] Der Frequenzumrichter 10 kann zur Energieversorgung eines Elektroantriebes herangezogen werden. Vom Stromrichter 12 wird die an den Netzanschlüssen 27, 28 und 29 anliegende dreiphasige Wechselspannung in eine Gleichspannung umgerichtet, die an den Gleichspannungszwischenkreis 14 weitergegeben wird. Der zeitliche Verlauf der Ausgangsspannung U_d des Stromrichters 12 ist in Figur 3 schematisch dargestellt. Die Ausgangsspannung U_d weist einen Gleichspannungsanteil und einen Wechselspannungsanteil auf.

[0045] Der Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung U_d des Stromrichters 12 kann vom Rechenglied 59 rechnerisch bestimmt werden aus den elektrischen Parametern des Stromrichters 12 und den Spannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} zwischen den Netzanschlüssen 27, 28 und 29. Der berechnete negative Wechselspan-

nungsanteil wird als Soll-Wert dem Vergleichsglied 61 bereitgestellt, das mit dem Rechenglied 59 verbunden ist. Mittels des Vergleichsgliedes 61 kann der berechnete Soll-Wert mit dem von der Spannungsmeßeinrichtung 72 bereitgestellten Ist-Wert der Kompensationsspannung verglichen werden. Der zeitliche Verlauf des Ist-Wertes der Kompensationsspannung U_k ist in Figur 4 schematisch dargestellt.

[0046] Das Vergleichsglied 61 steht mit der Ansteuerlogik 57 in elektrischer Verbindung und stellt diesem ein Steuersignal bereit, aufgrund dessen die Ansteuerlogik 57 den Zweiquadrantensteller 44 derart ansteuert, daß die in den ersten Strompfad 18 eingekoppelte Kompensationsspannung dem negativen Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung U_d des Stromrichters 12 entspricht, so daß der Ist-Wert der Kompensationsspannung mit dem berechneten Soll-Wert identisch ist. Dies hat zur Folge, daß der Zwischenkreisstrom I_d , der vom Stromrichter 12 zum Zwischenkreiskondensator 16 fließt, praktisch ohne Wechselanteil ist und daß folglich am Zwischenkreiskondensator 16 eine wechselanteilsfreie Zwischenkreisspannung U_{zk} anliegt, mit der der lastseitige Wechselrichter 21 versorgt werden kann. Der Einsatz der Kompensationsschaltung 40 mit dem vom Zweiquadrantensteller 44 gesteuerten Kompensationskondensator 42, der in den ersten Strompfad 18 des Gleichspannungszwischenkreises 14 eine Kompensationsspannung einkoppelt, ermöglicht es somit auf konstruktiv einfache Weise dem lastseitigen Wechselrichter 21 eine praktisch wechselanteilsfreie Zwischenkreisspannung U_{zk} bereitzustellen. Der vom Kompensationskondensator 42 maximal zu kompensierende Spannungswert beträgt hierbei nur etwa 9% der Netzspannungsamplitude, da lediglich der Wechselanteil der gleichgerichteten Netzspannung zu kompensieren ist. Demzufolge kann die Kompensationsspannung kostengünstig und sehr verlustarm mittels MOSFET-Transistoren des Zweiquadrantenstellers 44 bereitgestellt werden.

[0047] Es hat sich gezeigt, daß mittels der Schaltungsanordnung 50 Netzüberschwingungen sehr gering gehalten werden können, es kann nämlich ein THD-Wert (Total Harmonic Distortion) von nur 30% oder weniger erzielt werden.

[0048] In Figur 6 ist anhand eines Blockschaltbildes ein Frequenzumrichter 110 dargestellt mit einer insgesamt mit dem Bezugszeichen 150 belegten Schaltungsanordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Der Frequenzumrichter 110 mit der Schaltungsanordnung 150 ist sehr ähnlich ausgestaltet wie der voranstehend unter Bezugnahme auf die Figuren 2 bis 5 erläuterte Frequenzumrichter 110, für identische Bauteile werden daher in Figur 6 dieselben Bezugszeichen verwendet wie in den Figuren 2 bis 5. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird diesbezüglich auf die voranstehenden Erläuterungen Bezug genommen.

[0049] Beim Frequenzumrichter 110 kommt als netzseitiger Stromrichter ein Wechselrichter 112 zum Einsatz, der als getaktete Einspeise-Rückspeise-Einheit

ausgestaltet ist.

[0050] Im Gegensatz zur voranstehend erläuterten Schaltungsanordnung 50 kommt bei der in Figur 6 dargestellten Schaltungsanordnung 150 als elektronische Schalteinheit ein Vierquadrantensteller 144 zum Einsatz, der von der Regeleinheit 55 angesteuert wird. Die Ansteuerung erfolgt hierbei entsprechend der voranstehend erläuterten Ansteuerung des Zweiquadrantenstellers 44 derart, daß in den ersten Strompfad 18 eine dem negativen Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung U_d des netzseitigen Wechselrichters 112 entsprechende Kompensationsspannung eingekoppelt werden kann. Auch beim Frequenzumrichter 110 liegt somit am Zwischenkreiskondensator 16 eine wechselanteilsfreie Zwischenkreisspannung U_{zk} an, mit der der lastseitige Wechselrichter 21 versorgt werden kann.

[0051] Der Einsatz des netzseitigen Wechselrichters 112 ermöglicht nicht nur einen Speisebetrieb des Frequenzumrichters 110 zur Energieversorgung eines Elektroantriebes, sondern mittels des Frequenzumrichters 110 kann auch ein Rückspeisebetrieb durchgeführt werden, d. h. eine vom Elektroantrieb bereitgestellte Generatorspannung kann über den netzseitigen Wechselrichter 112 in das treibende Netz zurückgespeist werden.

[0052] Ein Rückspeisebetrieb gestaltet sich bei der Schaltungsanordnung 150 besonders vorteilhaft mit einer Grundfrequenztaktung des netzseitigen Wechselrichters 112 und einem niederkapazitiven Zwischenkreiskondensator 16.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung für einen Umrichter, mit einem Gleichspannungszwischenkreis (14), der zumindest einen zwischen einen ersten Strompfad (18) und einen zweiten Strompfad (19) des Gleichspannungszwischenkreises (14) geschalteten Zwischenkreiskondensator (16) umfaßt, und mit einem an den Gleichspannungszwischenkreis (14) angeschlossenen netzseitigen Stromrichter (12), **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schaltungsanordnung (50; 150) eine Kompensationsschaltung (40) aufweist mit einer Spannungsquelle (42) zum Einkoppeln einer Kompensationsspannung (U_k) in den ersten und/oder zweiten Strompfad (18, 19) des Gleichspannungszwischenkreises (14).
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsquelle als mindestens ein Kompensationskondensator (42) ausgebildet ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den mindestens einen Kompensationskondensator (42) eine externe Spannungsquelle anschließbar ist.
4. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels der Kompensationsschaltung (40) eine Kompensationsspannung (U_k) einkoppelbar ist, die dem negativen Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung (U_d) des Stromrichters (12) entspricht.
5. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kompensationsschaltung (40) eine elektronische Schalteinheit (44; 144) aufweist, an die die Spannungsquelle (42) angeschlossen ist.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektronische Schalteinheit als Zweiquadrantensteller (44) ausgestaltet ist.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektronische Schalteinheit als Vierquadrantensteller (144) ausgestaltet ist.
8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schalteinheit (44; 144) mittels einer Regeleinheit (55) ansteuerbar ist, wobei die Regeleinheit (55) auf Basis eines Sollwert-Istwert-Vergleiches der Schalteinheit (44; 144) zumindest ein Steuersignal bereitstellt.
9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Regeleinheit (55) eine Ansteuerlogik (57) aufweist, der ein Vergleichsglied (61) zum Vergleich eines Ist-Wertes mit einem Soll-Wert zugeordnet ist.
10. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kompensationsschaltung (40) ein Rechenglied (59) aufweist zur Berechnung des negativen Wechselspannungsanteils der Ausgangsspannung (U_d) des Stromrichters (12).
11. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kompensationsschaltung (40) ein Glättungsfilter (46) aufweist.
12. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromrichter (12) als ungesteuerter Gleichrichter ausgestaltet ist.
13. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromrichter als getaktete Einspeise-Rückspeise-Einheit (112) ausgestaltet ist.
14. Umrichter (10) mit einer Schaltungsanordnung (50) nach einem der voranstehenden Ansprüche und mit

einem lastseitig an den Gleichspannungszwischenkreis (14) angeschlossenen Wechselrichter (21).

Geänderte Patentansprüche gemäss Regel 86(2) EPÜ.

1. Schaltungsanordnung für einen Umrichter, mit einem Gleichspannungszwischenkreis (14), der zumindest einen zwischen einen ersten Strompfad (18) und einen zweiten Strompfad (19) des Gleichspannungszwischenkreises (14) geschalteten Zwischenkreiskondensator (16) umfaßt, und mit einer Kompensationsschaltung (40) umfassend eine Spannungsquelle (42) zum Einkoppeln einer Kompensationsspannung (U_K) in den ersten oder zweiten Strompfad (18, 19) des Gleichspannungszwischenkreises (14) in Reihe zum Zwischenkreiskondensator (16) sowie mit einem netzseitigen Stromrichter (12, 112), der an den Gleichspannungszwischenkreis (14) angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stromrichter als mit der Grundfrequenz getaktete Einspeise-Rückspeise-Einheit (12, 112) ausgestaltet ist.

2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Spannungsquelle als mindestens ein Kompensationskondensator (42) ausgebildet ist.

3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den mindestens einen Kompensationskondensator (42) eine externe Spannungsquelle anschließbar ist.

4. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mittels der Kompensationsschaltung (40) eine Kompensationsspannung (U_K) einkoppelbar ist, die dem negativen Wechselspannungsanteil der Ausgangsspannung (U_d) des Stromrichters (12, 112) entspricht.

5. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kompensationsschaltung (40) eine elektronische Schalteinheit (44; 144) aufweist, an die die Spannungsquelle (42) angeschlossen ist.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektronische Schalteinheit (44) als Zweiquadrantensteller ausgestaltet ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektronische Schalteinheit als Vierquadrantensteller (144) ausgestaltet ist.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, 6 oder

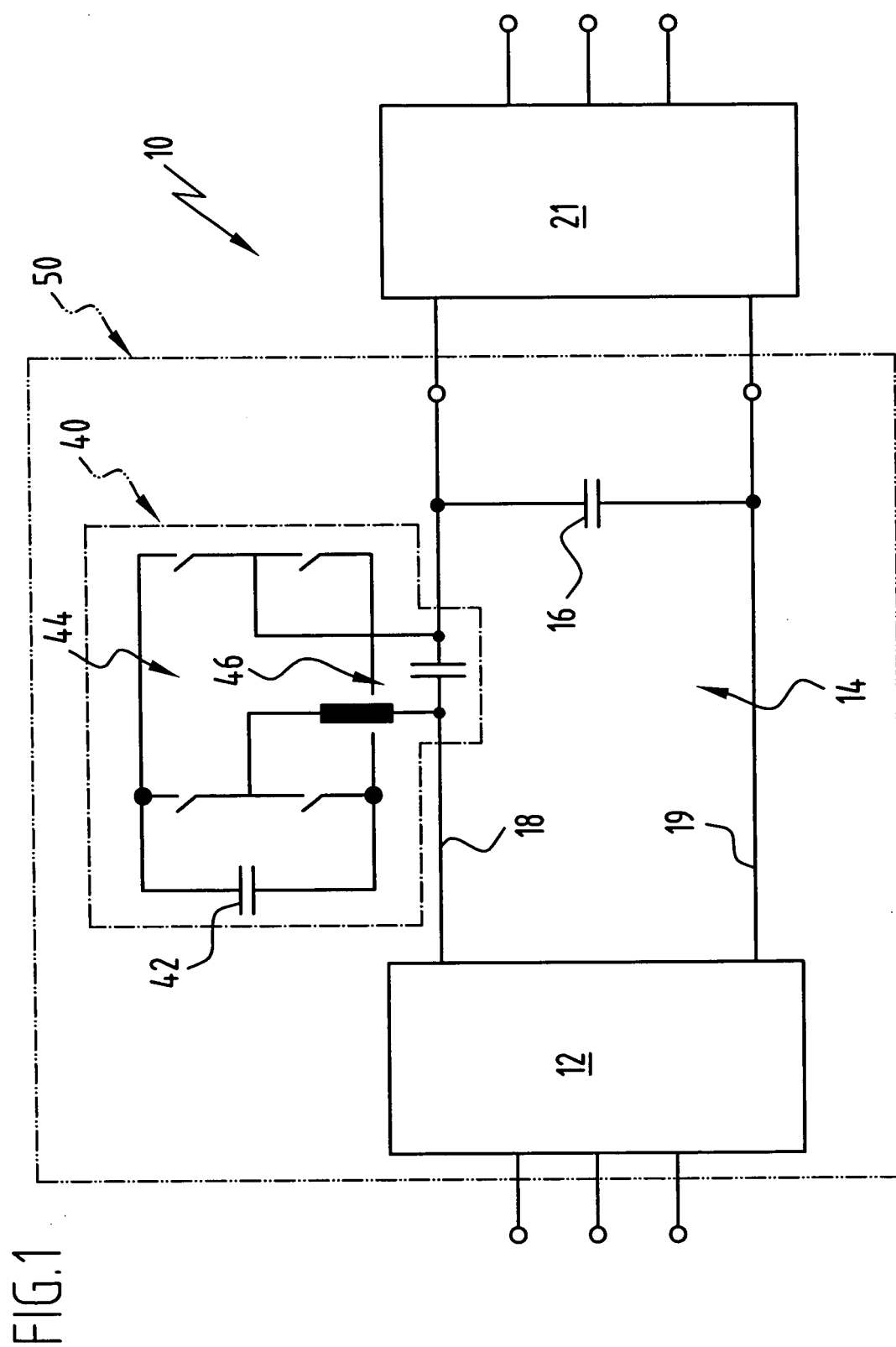
7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die elektrische Schalteinheit (44; 144) mittels einer Regeleinheit (55) ansteuerbar ist, wobei die Regeleinheit (55) auf Basis eines Sollwert-Istwert-Vergleiches der elektrischen Schalteinheit (44; 144) zumindest ein Steuersignal bereitstellt.

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Regeleinheit (55) eine Ansteuerlogik (57) aufweist, der ein Vergleichsglied (61) zum Vergleich eines Ist-Wertes mit einem Soll-Wert zugeordnet ist.

10. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kompensationsschaltung (40) ein Rechenglied (59) aufweist zur Berechnung des negativen Wechselspannungsanteils der Ausgangsspannung (U_d) des Stromrichters (12, 112).

11. Schaltungsanordnung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Kompensationsschaltung (40) ein Glättungsfilter (46) aufweist.

12. Umrichter (10) mit einer Schaltungsanordnung (50, 150) nach einem der voranstehenden Ansprüche und mit einem lastseitig an den Gleichspannungszwischenkreis (14) angeschlossenen Wechselrichter (21).



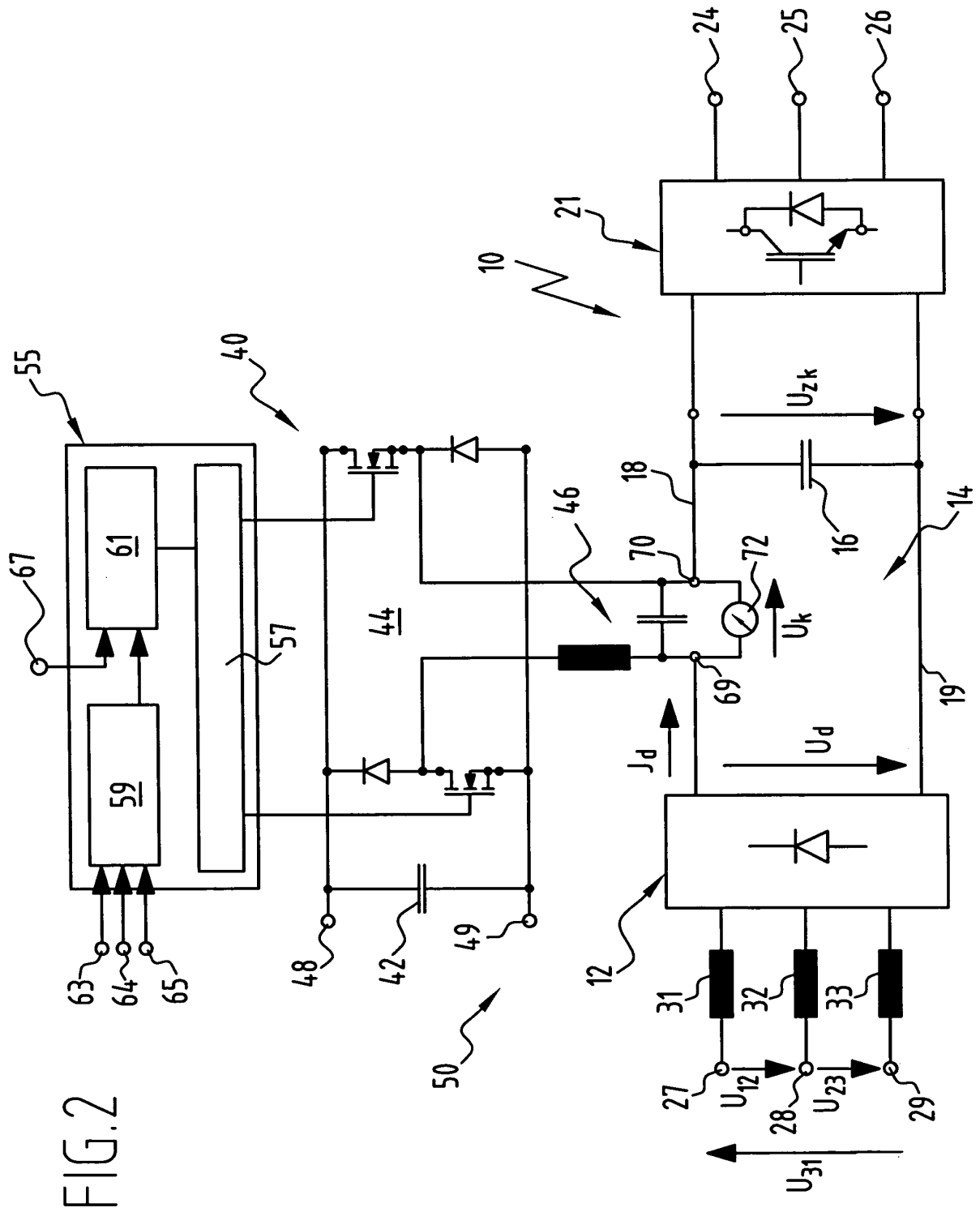


FIG.3

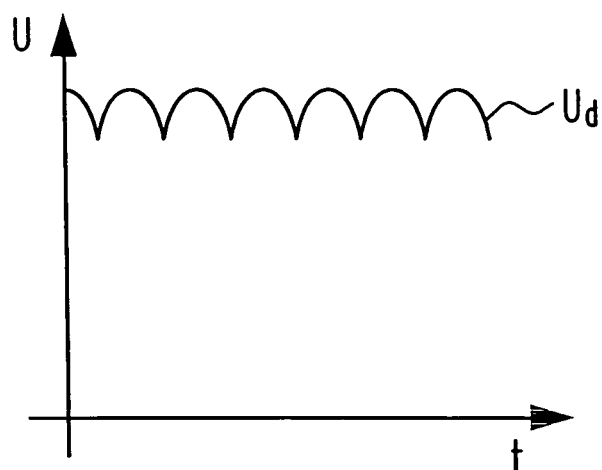


FIG.4

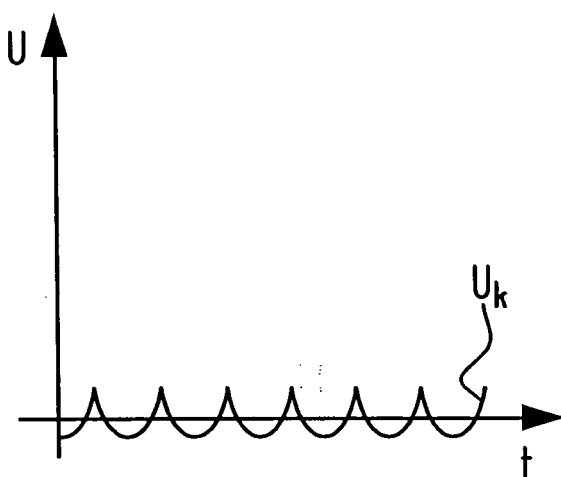
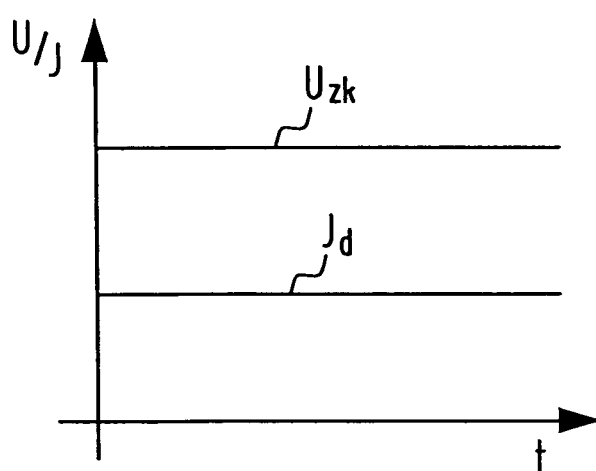
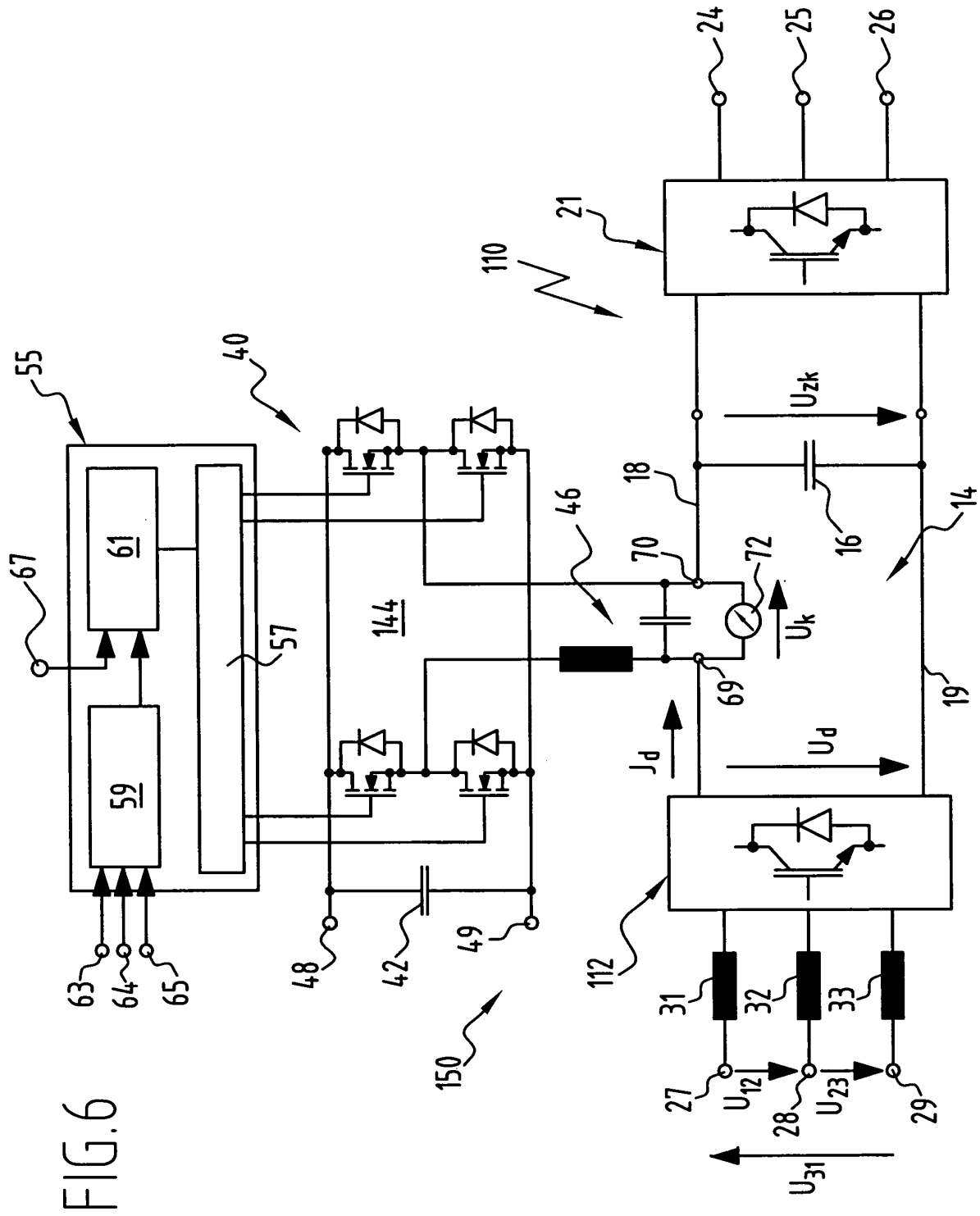


FIG.5







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 04 01 7139

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	SHIGETA M ET AL: "A development of novel dc48v power supply system utilizing 18-pulse rectified active dcl and resonant converter" INTELEC 2002. 24TH. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS ENERGY CONFERENCE. MONTREAL, QUEBEC, CANADA, SEPT. 29 - OCT. 3, 2002, INTELEC. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS ENERGY CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. CONF. 24, 29. September 2002 (2002-09-29), Seiten 309-316, XP010614639 ISBN: 0-7803-7512-2 * Zusammenfassung * * Seite 310, Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 17 * * Seite 311 * * Abbildungen 1,6-8 *	1-14	H02M1/00 H02M5/40
X	US 4 247 888 A (AENGQUIST LENNART) 27. Januar 1981 (1981-01-27) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 37 - Zeile 56 * * Abbildung 1 *	1,5,6, 13,14	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) H02M
X	EP 1 296 441 A (ABB SCHWEIZ AG) 26. März 2003 (2003-03-26) * Absatz [0013] * * Abbildung 1 *	1,13,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 22. Dezember 2004	Prüfer Marannino, E.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

3
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 04 01 7139

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-12-2004

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4247888 A	27-01-1981	SE 423771 B	24-05-1982
		DE 2925690 A1	17-01-1980
		SE 7807466 A	04-01-1980

EP 1296441 A	26-03-2003	EP 1296441 A1	26-03-2003
		US 2003057923 A1	27-03-2003

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82